

PERANCANGAN MEKANISME ACTIVE SPOILER

Januar Daniel Wijaya

Jurusan Program Otomotif Universitas Kristen Petra
Jalan. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia
Phone: +62-31-8439040, Fax: +62-31-8417658
E-mail : ivan.otomotif@gmail.com

ABSTRAK

Januar Daniel Wijaya:

Skripsi

Perancangan Mekanisme Active Spoiler

Active spoiler merupakan perangkat aerodinamika terbaru pada zaman ini. Active spoiler sering dijumpai pada mobil-mobil supercar. Kegunaannya untuk meningkatkan traksi ban pada aspal agar mobil tetap stabil di tikungan. Pada perancangan kali ini, sistem Active spoiler ini ingin diterapkan pada mobil daily use. Supaya mobil daily use tersebut menjadi lebih stabil di tikungan pada saat kecepatan tinggi.

Berdasarkan tabel pemilihan mekanisme, sistem pneumatik merupakan pilihan yang tepat untuk perancangan mekanisme Active Spoiler. Pada sistem pneumatic yang dirancang kali ini, silinder pneumatic menggunakan silinder berukuran 12mm yang memiliki gaya dorong sebesar 678,24 N. Sedangkan gaya terbesar yang diterima spoiler hanya sebesar 190,52 N. Kemudian pada sistem yang dirancang ini diketahui kebutuhan udaranya sebesar 12,8 liter per menit.

Kata Kunci:

Mobil, Aerodinamika, Pneumatic, Active Spoiler.

1. Pendahuluan

Pada awal abad 20 banyak usaha dilakukan agar kendaraan bisa melaju lebih cepat, sebelumnya aerodinamika tidak berpengaruh pada kendaraan yang berjalan dengan kecepatan lambat tetapi dengan peningkatan kebutuhan untuk kecepatan mobil menjadi lebih cepat menghasilkan penemuan struktural seperti pengenalan kaca depan, penggabungan roda ke dalam tubuh dan inseting dari lampu depan ke bagian depan mobil. Ini mungkin perkembangan tercepat dalam sejarah mobil, mayoritas pekerjaan adalah untuk mencoba dan mengurangi hambatan aerodinamis. Hal ini terjadi sampai dengan tahun 1950-an. Sebelum 1950, desainer berusaha untuk membuat mobil yang se-efisien mungkin untuk meringankan beban mesin, namun mereka membatasi tata letak interior mobil. Setelah tahun 1950, tingkat drag aerodinamis naik karena mobil untuk keluarga, sehingga tidak mungkin untuk menjaga tingkat rendah drag aerodinamis mobil. Bentuk persegi panjang mobil lebih diarahkan untuk mobil keluarga, sehingga adil untuk mengatakan

bahwa setelah tahun 1950, merancang mobil adalah untuk membantu gaya hidup keluarga yang lebih besar.

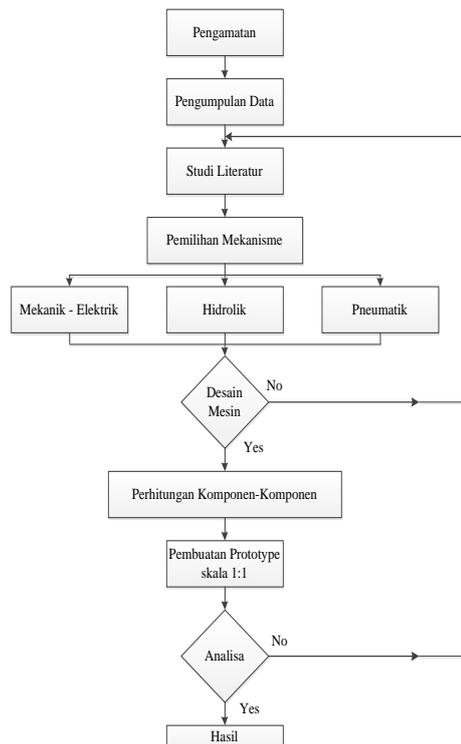
Tidak lama kemudian masalah aerodinamis kembali dibahas dalam hubungan terhadap efisien bahan bakar. Selama tahun 1970-an terjadi krisis bahan bakar dan permintaan untuk mobil lebih ekonomis menjadi lebih besar, yang menyebabkan perubahan aerodinamis mobil. Jika mobil memiliki aerodinamis jelek maka mesin harus mengeluarkan tenaga yang lebih besar untuk pergi ke jarak yang sama dengan mobil yang mempunyai aerodinamika yang lebih baik, jadi jika mesin bekerja semakin berat akan membutuhkan lebih banyak bahan bakar untuk memungkinkan mesin melakukan pekerjaan. Hal ini dengan cepat menyebabkan meningkatnya permintaan publik untuk mobil dengan drag aerodinamis lebih rendah agar lebih ekonomis bagi keluarga. Kemudian diciptakan juga perangkat aerodinamika, diantaranya *scoop*, spoiler, dan *NACA ducts* (*National Advisory Committee for Aeronautics*)

Spoiler pada umumnya digunakan

pada mobil balap atau supercar. Kegunaannya adalah untuk meningkatkan traksi ban, karena wing dipercaya mampu mengontrol arah angin yang datang ke mobil sehingga mobil mendapatkan daya tekan lebih pada buritan (downforce) agar bisa tetap melaju dengan mulus dan stabil tanpa melayang ataupun melintir pada saat menikung.

2. Metodologi Penelitian

- **Flow Chart**



- **Pemilihan Mekanisme**

Berdasarkan tabel pemilihan alternatif mekanisme Active Spoiler dibawah, maka dapat disimpulkan bahwa mekanisme terbaik untuk digunakan dalam perancangan Active Spoiler adalah system pneumatic. Keputusan ini diambil berdasarkan tabel pemilihan alternative mekanisme serta hasil dari studi lapangan yang telah dilakukan dimana berdasarkan hasil dari studi lapangan tersebut, mengingat keekonomisan dari penggunaan sistem pneumatic dan instalasi yang mudah. Oleh karena itu sistem pneumatic merupakan suatu alternatif yang tepat.

Tabel 2.2 Tabel Pemilihan Alternatif Mekanisme Active Spoiler

	Bobot	Mekanik - elektrik		Hidrolik		Pneumatic	
		Point	Bobot x Point	Point	Bobot x Point	Point	Bobot x Point
Kecapatan proses	5	4	20	2	10	5	25
Gaya yang dihasilkan	2	5	10	5	10	3	6
Positioning	2	4	8	4	8	4	8
Ukuran komponen	1	4	4	4	4	4	4
Total			42		32		43

Gambar 1: Tabel Pemilihan Mekanisme

- **Sistem Pneumatik**

Komponen utama pada sistem pneumatic :

- Unit tenaga
- Unit pengatur
- Unit Penggerak

Unit Tenaga (Power Pack)

Unit ini berfungsi untuk membangkitkan tenaga fluida yaitu berupa aliran udara mampat. Unit tenaga ni terdiri atas kompresor yang digerakkan oleh motor listrik atau motor bakar, tangki udara (receiver) dan kelengkapannya, serta unit pelayanan udara yang terdiri dari atas filter udara, regulator pengatur tekanan dan lubricator.

Komponen berfungsi untuk membangkitkan udara mampat. Udara bertekanan untuk penggunaan pneumatic harus dapat memadai dan memiliki kualitas yang baik. Udara dimampatkan kira – kira menjadi 1/7 volume udara bebas oleh kompresor dan disalurkan melalui suatu system pendistribusian udara.

Unit Pengatur

Unit pengatur merupakan bagian pokok yang menjadikan sistem pneumatic termasuk sistem otomasi. Karena dengan unit pengatur ini hasil kerja dari sistem pneumatic dapat diatur secara otomatis baik gerakan, kecepatan, urutan gerak, arah gerakan maupun kekuatannya.

Fungsi dari unit pengatur ini adalah untuk mengatur atau pengendalian jalannya penerusan tenaga fluida hingga menghasilkan bentuk kerja (usaha) yang berupa tenaga mekanik.

Unit pengatur ini berupa katup control arah. Jenis – jenis katup control arah antara lain:

- Katup 3/2 geser dengan tangan.
- Katup 3/2 dengan tuas roller.
- Katup 3/2 kontrol
- Katup ganti
- Katup control aliran satu arah

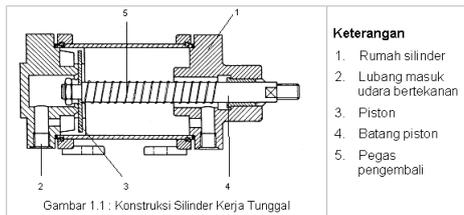
Unit Penggerak (*Actuator*)

Unit ini berfungsi untuk mewujudkan hasil transfer dari tenaga fluida, berupa gerakan lurus adalah silinder penggerak, sedangkan yang menghasilkan gerakan putar adalah motor pneumatic.

Jenis pneumatic yang beredar di pasaran ada dua, yaitu:

1. Pneumatik dengan silinder tunggal

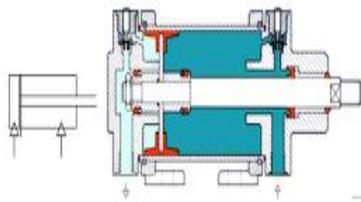
Cara kerja dari Tabung Gerak Tunggal pada gambar diatas adalah sebagai berikut adalah udara yang dimampatkan dimasukkan ke dalam tabung. Tekanan udara tersebut bekerja pada permukaan sebuah torak (piston) yang menghasilkan suatu gaya. Gaya tersebut menggerakkan torak ke bagian bawah tabung. Pada torak terpasang sebuah batang torak yang menyembul ke sebelah luar ujung tabung. Dengan bergeraknya torak, maka bergerak pula batang torak ke luar tabung. Bila pemampatan udara dihentikan, sebuah pegas akan mendorong kembali torak tersebut ke tempat semula.



Gambar 2: Skema pneumatik silinder tunggal

2. Pneumatik dengan silinder ganda

Cara kerja dari silinder ganda adalah langkah kerja terjadi pada kedua sisi piston, jadi udara yang dimampatkan mendorong sisi depan maupun belakang secara bergantian.



Gambar 40. Double Acting Cylinder dan simbolnya

Gambar 3: Skema pneumatik silinder ganda

• Gaya pada Pneumatik

Pada sistem pneumatik, tekanan udara yang biasa ditemui umumnya cukup tinggi, sehingga bila digunakan satuan seperti di atas, maka harga-harga yang terjadi akan melibatkan

bilangan-bilangan yang terlalu besar. Sehingga digunakan meter (m) sebagai satuan panjang. Bila sebuah gaya sebesar satu Newton bekerja pada permukaan seluas satu meter persegi, dikatakan bahwa tekanan yang terjadi adalah sebesar satu newton per meter persegi (1 N/m²), meskipun tidak sesuai dengan aturan satuan SI, namun satuan ini lazim digunakan pada sistem pneumatika. Gaya yang dihasilkan oleh sebuah tabung pneumatic bergantung pada dua hal, yaitu :

1. Tekanan udara mampat yang dimasukkan,
2. Luas permukaan torak

Bila udara mampat yang dimasukkan ke dalam tabung memiliki tekanan sebesar 1 N/m², ini berarti bahwa pada setiap millimeter persegi permukaan torak akan bekerja gaya sebesar 1 N. Kalau luas permukaan torak dikalikan dengan 1 N, hasilnya merupakan gaya total yang bekerja pada seluruh permukaan torak. Ini bisa dinyatakan secara sederhana dengan rumus sebagai berikut :

$$F = A \cdot P$$

Dimana : $A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$

Untuk silinder kerja tunggal:

$$F = \left(D^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot P \right) - f$$

Untuk silinder kerja ganda:

Langkah maju

$$F = D^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot P$$

Langkah mundur

$$F = (D^2 - d^2) \cdot \frac{\pi}{4} \cdot P$$

Keterangan:

F = Gaya piston (N/m²)

f = Gaya pegas (N/m²)

D = Diameter piston (m)

d = Diameter batang piston (m)

A = Luas penampang piston yang dipasang (m²)

P = Tekanan kerja (Pa)

• Pengujian Daya Akhir

Untuk menyiapkan udara dan untuk mengetahui biaya pengadaan energi, terlebih dahulu harus diketahui konsumsi udara pada sistem. Pada tekanan kerja, diameter piston dan langkah tertentu, konsumsi udara dihitung sebagai berikut :

Kebutuhan udara = perbandingan kompresi x luas penampang piston x panjang langkah

Perbandingan kompresi = $\frac{1,031 + \text{tekanan kerja (bar)}}{1,031}$

Untuk mempermudah dan mempercepat dalam menentukan kebutuhan udara, tabel di bawah ini menunjukkan kebutuhan udara persentimeter langkah piston untuk berbagai macam tekanan dan diameter piston silinder.

Kebutuhan udara dihitung dengan satuan liter/menit (l/min) sesuai dengan standar kapasitas kompresor. Kebutuhan udara silinder sebagai berikut :

Silinder kerja tunggal : $Q = s \cdot n \cdot q$ dalam l/min

Silinder kerja Ganda : $Q = 2 \cdot (s \cdot n \cdot q)$ dalam l/min

Keterangan :

Q (l/min) = Kebutuhan udara dalam silinder

s = Panjang langkah piston (cm)

n = Jumlah siklus kerja per menit

q = Kebutuhan udara per sentimeter langkah piston (l/cm)

• **Penentuan Diameter Silinder Pneumatik**

Untuk menentukan diameter silinder pneumatik yang akan digunakan pada sistem, dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$F = P \cdot A \cdot \pi$$

Keterangan :

F = Gaya Gerak Piston (N)

P = Tekanan Pengukuran (Pa)

A = Luas Permukaan Piston (m²)

π = Load Ratio

3. Hasil Perhitungan dan Pembahasan

- Menghitung Tekanan Gauge (P_{gauge}) Dengan menggunakan persamaan Bernoulli,

maka didapatkan rumus sebagai berikut:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 + \rho g z_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2 + \rho g z_2 \dots \dots \dots \text{(Pa)}$$

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 \dots \dots \dots \text{(m)}$$

Oleh karena V_2 pada saat kondisi stagnansi, maka $V_2 = 0$. Dan variable z_1 dan z_2 bisa dicoret, maka rumus menjadi:

$$\frac{P_{atm}}{\rho g} + \frac{V_{max}^2}{2g} = \frac{P_{stag}}{\rho g}$$

$$\frac{100900}{1,225 \text{ g}} + \frac{180^2}{2g} = \frac{P_{stag}}{1,225 \text{ g}}$$

$$P_{stag} = 102431,24 \text{ P}$$

Setelah kita mengetahui tekanan stagnansi (P_{stag}), kita bisa mengetahui tekanan gauge (P_{gauge}) dengan menggunakan rumus :

$$P_{gauge} = P_{stag} - P_{atm}$$

$$P_{gauge} = 102431,24 - 100900$$

$$P_{gauge} = 1531,24 \text{ P}$$

- Menghitung Downforce dengan Variasi Sudut Untuk mencari angka gaya downforce, maka yang dilakukan pertama kali kita harus mencari luas bidang spoiler (A) dan gaya yang diterima oleh spoiler (F). Contoh perhitungan dengan menggunakan sudut 15⁰

$$A = P \times l_{frontal}$$

Keterangan :

A = Luas bidang spoiler (m²)

p = panjang spoiler (m)

$l_{frontal}$ = lebar frontal spoiler (m)

$$A = 1 \times 0.25 \sin 15$$

$$A = 0.064 \text{ m}^2$$

Setelah itu, kita mencari Gaya yang diterima spoiler (F)

$$F = P_{gauge} \times A$$

$$F = 1531,24 \times 0.064$$

$$F = 97,99 \text{ N}$$

Kemudian untuk mencari Gaya Downforce, dapat menggunakan rumus :

$$DF = F \cdot \cos 15$$

$$DF = 97,99 \times 0,96$$

SUDUT (°)	DF (N)
15°	94,07 N
30°	164,60 N
45°	190,52 N
60°	165,37 N
85° (On Braking)	33,17 N

Tabel 4.1 Tabel Perhitungan Gaya Downforce

Gambar 4 : Tabel Perhitungan Gaya Downforce dengan Variasi Sudut.

Nilai Downforce terbesar adalah pada saat spoiler memiliki sudut 60^0 yaitu sebesar 190,52 N.

- Penentuan Diameter Silinder Pneumatik
Untuk menentukan diameter silinder yang akan digunakan dalam mekanisme ini, maka harus ditentukan terlebih dahulu berapa besar gaya yang akan bekerja pada silinder atau berapa besar beban yang akan didorong atau ditarik oleh silinder. Adapun persamaannya sebagai berikut:

$$F = P \cdot A \cdot \pi$$

Keterangan :

F = Gaya gerak piston (N)

P = Tekanan pengukuran (Pa)

A = Luas permukaan piston (m^2)

π = Load ratio, $\pi = 0,7$ untuk silinder dengan operasi seimbang

$\pi = 0,8$ untuk silinder dengan operasi dinamis

Tekanan pengukuran (P) yang akan digunakan adalah sebesar 80 psi = $\pm 6 \times 10^5$ Pa.

Kemudian untuk gaya gerak piston (F) sebesar 190,52 N dan dibulatkan menjadi 200 N.

$$F = P \cdot A \cdot \pi$$

$$200 = 6 \times 10^5 \cdot A \cdot \pi$$

$$200 = 1884955,6 \cdot A$$

$$1,06 \times 10^{-4} = \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$1,351 \times 10^{-4} = d^2$$

$$d = 0,0116 \text{ m}$$

= 11,6 mm dibulatkan menjadi 12 mm.

- Kebutuhan Udara
Kebutuhan udara untuk silinder kerja dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q = 2 (s \cdot n \cdot q)$$

Keterangan :

Q = Kebutuhan udara silinder (l/min)

q = Kebutuhan udara per sentimeter langkah piston

s = Panjang langkah piston (cm)

n = Jumlah siklus kerja per menit

Kebutuhan udara per sentimeter langkah piston dapat dilihat pada tabel kebutuhan udara (lihat pada halaman 46) yaitu sebesar 0,008 l/cm .

$$Q = 2 (s \cdot n \cdot q)$$

$$Q = 2 (20 \cdot 40 \cdot 0,008)$$

$$Q = 12,8 \text{ } l/min$$

- Gaya yang dihasilkan oleh pneumatik
Untuk mencari gaya yang dihasilkan oleh Pneumatic dengan diameter piston 12mm ini, sebelumnya kita harus mengetahui tekanan kerja. Pada perhitungan ini, kita

menggunakan tekanan kerja sebesar 6×10^6 Pa. Setelah itu kita dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$F = 94,07 \text{ N}$$

$$F = D^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot P$$

$$F = 0,012^2 \cdot 0,785 \cdot 6 \times 10^6$$

$$F = 678,24 \text{ N}$$

4. Kesimpulan

Dari semua proses perancangan mekanisme *Active Spoiler* dapat disimpulkan bahwa:

1. Penggunaan Pneumatik paling tepat untuk mekanisme ini.
2. Downforce terbesar adalah pada saat spoiler memiliki sudut 60^0 dengan nilai sebesar 190,52 N.
3. Diameter silinder pneumatic menggunakan ukuran 12mm.
4. Kebutuhan udara dalam sistem sebesar 12,8 l/min .

Referensi

1. P.Beer, Ferdinand. 1987. *Mechanics for Engineers Statics*. New York : McGraw-Hill Book Company.
2. Sugondo, S. (2011). *Catatan Elemen Mesin*. Surabaya: Universitas Kristen Petra
3. Khurmi, R. S., Gupta, J. K. (1980). *A Text Book of Machine Design, Second Edition* MKS & SIUNITS. Ram Nagar, New Delhi: Eurasia Publishing House (Pvt) Ltd.
4. Anderson, John D. (2005). *Fundamental Aerodynamics Fourth Edition*. New York : McGraw-Hill Book Company